

Practitioner's Docket No.: 008312-0307358  
Client Reference No.: T2HK-03S0866-1

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: MASAHIKO TSUNODA

Confirmation No: UNKNOWN

Application No.: UNKNOWN

Group No.: UNKNOWN

Filed: December 23, 2003

Examiner: UNKNOWN

For: APPARATUS AND METHOD FOR VERIFYING ERASURE CORRECTION FUNCTION

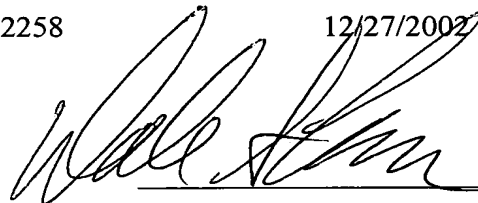
**Commissioner for Patents  
Mail Stop Patent Application  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450**

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
Japan	2002-382258	12/27/2002

Date: December 23, 2003  
PILLSBURY WINTHROP LLP  
P.O. Box 10500  
McLean, VA 22102  
Telephone: (703) 905-2000  
Facsimile: (703) 905-2500  
Customer Number: 00909



Dale S. Lazar  
Registration No. 28872

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年12月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-382258

[ST.10/C]:

[JP2002-382258]

出 願 人

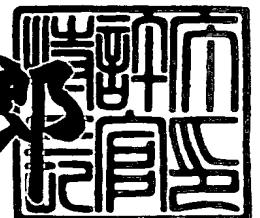
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 6月16日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046856

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000205641

【提出日】 平成14年12月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 20/00  
G11B 20/18

【発明の名称】 イレージャ訂正機能の検証に適した記録再生制御装置、  
同制御装置を備えた記録再生装置、及びイレージャ訂正  
機能を検証する方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅事  
業所内

【氏名】 角田 昌彦

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 イレージャ訂正機能の検証に適した記録再生制御装置、同制御装置を備えた記録再生装置、及びイレージャ訂正機能を検証する方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ホストから送られたリード／ライトコマンドの指定に応じて、記録媒体からのデータの読み出しまたは前記記録媒体へのデータの書き込みを制御すると共に、前記ホストとの間の読み出しデータまたは書き込みデータの転送を制御する記録再生制御装置において、

前記記録媒体に書き込むべきデータをもとに当該データに付加される誤り訂正符号を生成する誤り訂正符号生成器と、

前記記録媒体から読み出されたデータの誤りのある位置を示すポインタ情報が格納されるイレージャポインタメモリと、

前記記録媒体から読み出されたデータの誤りを、当該データに付加されている誤り訂正符号と前記イレージャポインタメモリに格納されているポインタ情報とを利用して、イレージャ訂正とランダム訂正とにより訂正するエラー訂正回路と、

前記ホストからの特定ライトコマンドの実行時に、前記記録媒体に書き込むべきデータに前記誤り訂正符号生成器によって誤り訂正符号が付加されるのを抑止する回路と、

前記ホストからのイレージャポインタ設定コマンドに応じ、当該設定コマンドで指定される位置を誤り位置として示し、且つ前記特定ライトコマンドの実行により前記記録媒体に書き込まれたデータを読み出す際に使用される特定ポインタ情報を、前記イレージャポインタメモリに設定するプログラマブルイレージャポインタ生成器と

を具備することを特徴とする記録再生制御装置。

【請求項 2】 前記イレージャポインタ設定コマンドに応じて前記イレージャポインタメモリに設定された前記特定ポインタ情報が後続のリードコマンドの実行時に書き換えられるのを禁止する手段を更に具備することを特徴とする請求項 1 記載の記録再生制御装置。

【請求項 3】 前記抑止回路は、前記記録媒体に書き込むべきデータを前記誤り訂正符号生成器に入力させるか、或いは当該誤り訂正符号生成器を迂回させるかを切り替えるスイッチであり、前記特定ライトコマンドの実行時、前記記録媒体に書き込むべきデータが前記誤り訂正符号生成器を迂回させられることを特徴とする請求項 1 記載の記録再生制御装置。

【請求項 4】 前記記録媒体から読み出され、前記エラー訂正回路によって誤りが訂正されたデータをデータセクタ単位で格納するリードデータバッファと

前記記録媒体に書き込むべきデータをデータセクタ単位で格納するライトデータバッファと、

前記ホストからの特定リードコマンドの実行時に、前記記録媒体から読み出されるデータを、当該データに誤り符号が付加された状態で、そのまま前記リードデータバッファに伝達する回路と

を更に具備することを特徴とする請求項 1 記載の記録再生制御装置。

【請求項 5】 前記伝達回路が、前記記録媒体から読み出されたデータを、前記エラー訂正回路に入力させるか、或いは当該エラー訂正回路を迂回させてそのまま前記リードデータバッファに伝達するかを切り替えるスイッチであり、前記特定リードコマンドの実行時、前記記録媒体から読み出されたデータが前記エラー訂正回路を迂回させられることを特徴とする請求項 4 記載の記録再生制御装置。

【請求項 6】 イレージャ訂正機能の検証に用いられる第 1 のデータであって、第 2 のデータをもとに生成された誤り訂正符号が付加され、且つ当該第 2 のデータの一部が書き換えられた第 1 のデータの前記記録媒体への書き込みが、前記ホストからの前記特定ライトコマンドにより指定され、且つ前記第 1 のデータのうちの前記書き換えられた部分に対応する位置を誤り位置として示す特定ポイント情報の設定が、前記ホストからの前記イレージャポイント設定コマンドにより指定され、しかる後に前記ホストから前記第 1 のデータを前記記録媒体から読み出すことが指定された場合、前記記録媒体から読み出される前記第 1 のデータのイレージャ訂正が、当該第 1 のデータに付加されている誤り訂正符号と前記イ

レージャポインタ設定コマンドに応じて前記イレージャポインタメモリに設定されている前記特定ポインタ情報とを利用して実行されることを特徴とする請求項 1 記載の記録再生制御装置。

【請求項 7】 前記記録媒体から読み出され、前記エラー訂正回路によって誤りが訂正されたデータをデータセクタ単位で格納するリードデータバッファと

前記記録媒体に書き込むべきデータをデータセクタ単位で格納するライトデータバッファと、

前記ホストからの特定リードコマンドの実行時に、前記記録媒体から読み出されるデータを、当該データに誤り符号が付加された状態で、そのまま前記リードデータバッファに伝達する回路を更に具備し、

前記第 1 のデータは、前記第 2 のデータを前記記録媒体から読み出すことが前記ホストからの前記特定リードコマンドにより指定された結果、前記記録媒体から前記第 2 のデータが読み出されて、当該第 2 のデータに誤り符号が付加された状態で前記リードデータバッファに格納された後に、当該第 2 のデータをもとに生成されることを特徴とする請求項 6 記載の記録再生制御装置。

【請求項 8】 請求項 1 記載の記録再生制御装置を備えた記録再生装置。

【請求項 9】 記録媒体からのデータの読み出し時には、読み出されたデータのうち誤りのある位置を検出し、その誤りの位置を示すポインタ情報を生成してイレージャポインタメモリに格納し、前記読み出されたデータの誤りを、当該データに付加されている誤り訂正符号と前記イレージャポインタメモリに格納されているポインタ情報とを利用したイレージャ訂正及び当該データに付加されている誤り訂正符号を利用したランダム訂正とにより訂正する記録再生装置におけるイレージャ訂正機能を検証する方法であって、

前記記録媒体に書き込むべき第 1 のデータであって、第 2 のデータをもとに生成された誤り訂正符号が付加され、且つ当該第 2 のデータの一部が書き換えられた第 1 のデータをライトデータバッファに用意するステップと、

前記ライトバッファに用意された、前記誤り訂正符号が付加されている前記第 1 のデータを、当該第 1 のデータに基づく誤り訂正符号の生成を伴わずに前記記

録媒体に書き込むための特定ライトコマンドを実行するステップと、

前記一部が書き換えられた前記第 1 のデータのうちの当該一部に対応する位置を誤り位置として示す特定ポインタ情報を、前記記録媒体からのデータ読み出しとは無関係に前記イレージャポインタメモリに設定するステップと、

前記特定ライトコマンドの実行により前記記録媒体に書き込まれた前記第 1 のデータを読み出すステップと、

前記記録媒体から読み出された前記第 1 のデータの誤りが正常に訂正されたかにより、イレージャ訂正機能が正常に働いているかを判定するステップと

を具備することを特徴とするイレージャ訂正機能を検証する方法。

【請求項 1 0】 前記イレージャポインタメモリに設定された特定ポインタ情報が書き換えられるのを禁止するステップを更に具備し、

前記読み出すステップが前記禁止ステップの後に実行されることを特徴とすることを特徴とする請求項 9 記載のイレージャ訂正機能を検証する方法。

【請求項 1 1】 前記第 1 のデータを用意するステップは、

前記第 2 のデータを、当該第 2 のデータをもとに生成された誤り訂正符号が当該第 2 のデータに付加された状態で、前記ライトデータバッファに用意するステップと、

前記ライトデータバッファに用意された前記第 2 のデータの一部を書き換えることにより前記第 1 のデータを生成するステップと

を含むことを特徴とする請求項 9 記載のイレージャ訂正機能を検証する方法。

【請求項 1 2】 前記第 2 のデータを用意するステップは、

前記第 2 のデータを、誤り訂正符号が付加されていない状態で、前記ライトデータバッファに用意するステップと、

前記ライトバッファに用意された、誤り訂正符号が付加されていない前記第 2 のデータを前記記録媒体に書き込むための通常のライトコマンドを実行するステップと、

前記通常のライトコマンドの実行により前記記憶媒体に書き込まれた前記第 2 のデータであって、当該第 2 のデータをもとに生成された誤り訂正符号が付加された前記第 2 のデータを、当該第 2 のデータに誤り訂正符号が付加されている状



態でリードデータバッファに格納するための特定のリードコマンドを実行するステップと、

前記リードデータバッファに格納された前記第 2 のデータを当該第 2 のデータに誤り訂正符号が付加されている状態で前記ライトデータバッファにコピーするステップと

を含むことを特徴とする請求項 1 1 記載のイレージャ訂正機能を検証する方法

【請求項 1 3】 前記一部の長さが、イレージャ訂正可能な長さとはランダム訂正可能な長さとの和を超えないことを特徴とする請求項 9 記載のイレージャ訂正機能を検証する方法。

【請求項 1 4】 前記特定ポインタ情報は、前記一部のうち、ランダム訂正で訂正可能なバースト長を除く連続する範囲を、誤り位置として示すことを特徴とする請求項 1 3 記載の記録再生制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、記録媒体へのデータ記録時に当該データの誤り訂正符号を生成し、この記録媒体から再生されたデータの誤りを、その誤りの位置を示すポインタ情報と当該データに付されている誤り訂正符号とから訂正する記録再生装置に係り、特にイレージャ訂正機能の検証に適した記録再生制御装置、同制御装置を備えた記録再生装置、及びイレージャ訂正機能を検証する方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

磁気ディスク装置は、記録媒体にディスクを用いたディスク記憶装置の代表として知られている。最近の磁気ディスク装置では、ディスクから読み出されて復号されたデータの誤りを、ランダム訂正とイレージャ訂正とを組み合わせで訂正することが多くなっている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 には、データの誤り（エラー）の開始位置と終了位置を検出し、ランダム訂正ができなかった場合、このエラー位置を示す情報（つまりイレージャポインタと呼ばれるポイ

ンタ情報)を利用して、再度エラー訂正を行う方法が記載されている。

【0003】

磁気ディスク装置が有するランダム訂正の機能は、ロング (Long) コマンドを使用することで、当該ディスク装置にて検査可能である。ロングコマンドは、ディスクへのデータ書き込みを指示するライトロングコマンドと、ディスクからのデータ読み出しを指示するリードロングコマンドとに大別される。ライトロングコマンドは、ホストから指定されたデータ (1セクタタのデータ) をそのままディスクに書き込ませるためのコマンドである。ライトロングコマンドの実行では、エラー訂正符号 (ECC) を生成する ECC 生成器の動作が抑止される。ECC は、データのエラーを検出して訂正するのに用いられる冗長データである。リードロングコマンドは、ディスクから読み出されたデータ (1セクタのデータ) をエラー訂正することなく、そのままリードデータバッファに格納させるためのコマンドである。

【0004】

さて、上記ランダム訂正機能の検査は、以下に述べるように、ECC を用いたランダム訂正回路が正しく動作しているかを検証することで実現可能である。まず、ホストから磁気ディスク装置に対してリードロングコマンドが発行される。すると、磁気ディスク装置では、ホストからのリードロングコマンドが実行される。これにより、ディスクから ECC を含むデータが読み出される。ディスクから読み出されたデータは、リード/ライトチャネルで復号された後、エラー訂正回路によってエラー訂正されることなく、リードデータバッファに格納される。このリードデータバッファに格納されたデータの一部は意図的に壊される (書き換えられる)。この、一部が壊されたデータはライトデータバッファにコピーされた後、ディスクに書き込まれる。その後、ディスクに書き込まれた一部が壊されたデータを、通常のリードコマンドで当該ディスクから読み出す動作が行われる。もし、ランダム訂正回路が正しく動作しているならば、上記一部が壊されたデータは正しくエラー訂正されるはずである。そこで、一部が壊されたデータが正しくエラー訂正されたかを検査することで、ランダム訂正回路が正しく動作しているかを検証できる。

【0005】

【特許文献1】

米国特許第6, 119, 261号明細書

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記したように従来技術において、ランダム訂正回路が正しく動作しているかの検証は、ロングコマンドを用いて実現可能である。これに対し、イレージャ訂正回路が正しく動作しているかは、ポインタ情報がないと検証できない。ところが従来の磁気ディスク装置では、ポインタ情報はリード／ライトチャネルに依存して出力される。このため、リード／ライトチャネルにおけるポインタ生成条件を満足するデータがディスクから読み出されない限り、イレージャ訂正回路の動作を検証できない。しかも、リード／ライトチャネルからポインタ情報が再現性よく出力されるには、ディスクから読み出されるデータに明らかなデータ欠陥が含まれている必要がある。むしろ、正しいポインタ位置を、繰り返しリード等で集計し推測する必要さえある場合もある。このように、ランダム訂正とイレージャ訂正とを組み合わせるエラー訂正を行う従来の磁気ディスク装置には、イレージャ訂正に関し、ロングコマンドを使用してランダム訂正機能を検証するのと同様の検証機能（イレージャ訂正検証機能）は存在しない。

【0007】

本発明は上記事情を考慮してなされたものでその目的は、イレージャ訂正に必要な、エラー位置を示すポインタ情報を、記録媒体から読み出されるデータに依存せずに任意に設定でき、もってイレージャ訂正機能を容易に検証できる、イレージャ訂正機能の検証に適した記録再生制御装置、同制御装置を備えた記録再生装置、及びイレージャ訂正機能を検証する方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの観点によれば、ホストから送られたリード／ライトコマンドの指定に応じて、記録媒体からのデータの読み出しまたは上記記録媒体へのデータの書き込みを制御すると共に、上記ホストとの間の読み出しデータまたは書き込

みデータの転送を制御する記録再生制御装置が提供される。この記録再生制御装置は、上記記録媒体に書き込むべきデータをもとに当該データに付加される誤り訂正符号を生成する誤り訂正符号生成器と、上記記録媒体から読み出されたデータの誤りのある位置を示すポインタ情報が格納されるイレージャポインタメモリと、上記記録媒体から読み出されたデータの誤りを、当該データに付加されている誤り訂正符号と上記イレージャポインタメモリに格納されているポインタ情報とを利用して、イレージャ訂正とランダム訂正とにより訂正するエラー訂正回路と、上記ホストからの特定ライトコマンドの実行時に、上記記録媒体に書き込むべきデータに上記誤り訂正符号生成器によって誤り訂正符号が付加されるのを抑止する回路と、上記ホストからのイレージャポインタ設定コマンドに応じ、当該設定コマンドで指定される位置を誤り位置として示し、且つ上記特定ライトコマンドの実行により上記記録媒体に書き込まれたデータを読み出す際に使用される特定ポインタ情報を、上記イレージャポインタメモリに設定するプログラマブルイレージャポインタ生成器とから構成される。

## 【 0 0 0 9 】

このような構成の記録再生制御装置においては、ホストからのイレージャポインタ設定コマンドに応じ、当該設定コマンドで指定される位置を誤り位置として示す特定ポインタ情報がイレージャポインタメモリに設定される。つまり、本発明の1つの観点によれば、イレージャ訂正に用いられるポインタ情報をイレージャポインタ設定コマンドに応じてイレージャポインタメモリ内にプログラマブルに設定できる。したがって、このポインタ情報（特定ポインタ情報）の指定する位置に対応する部分が書き換えられた（破壊された）データ（第1のデータ）であって、書き換え前のデータ（第2のデータ）をもとに生成された誤り訂正符号が付加されたデータ（第1のデータ）を、そのまま上記記録媒体に書き込むことができるならば、後述するように、この記録媒体に書き込まれたデータを読み出して、上記特定ポインタ情報を利用したイレージャ訂正を含むエラー訂正が正しく行われたかを調べることにより、イレージャ訂正機能を検証できる。

## 【 0 0 1 0 】

さて、上記構成の記録再生制御装置においては、ホストからの特定ライトコマ

ンド（例えば、ライトロングコマンド）に従って記録媒体へのデータの書き込みが行われる場合、誤り訂正符号生成器によって当該データに新たに誤り訂正符号が付加されることが、抑止回路により抑止される。これにより、誤り訂正符号が付加されたデータの記録媒体への書き込みが上記特定ライトコマンドにより指定された場合、当該誤り訂正符号が付加されたデータを、そのまま記録媒体に書き込むことができる。したがって、イレージャ訂正機能の検証に用いられる第1のデータであって、第2のデータをもとに生成された誤り訂正符号が付加され、且つ当該第2のデータの一部が書き換えられた第1のデータの書き込みが、上記特定ライトコマンドにより指定されたならば、誤り訂正符号生成器によって当該第1のデータに新たに誤り訂正符号が付加されることが、抑止回路により抑止される。つまり、第2のデータの一部を破壊することにより生成された第1のデータが、当該第1のデータに、破壊前の第2のデータをもとに生成された誤り訂正符号が付された状態で、記録媒体に書き込まれる。この破壊された部分は、明らかなようにエラーとなる。したがって、上記第1のデータのうちの上記破壊された部分に対応する位置をエラー位置として示す特定ポインタ情報をイレージャポインタ設定コマンドに応じてイレージャポインタメモリに設定し、しかる後にリードコマンドを実行して当該第1のデータを記録媒体から読み出し、当該第1のデータが上記特定ポインタ情報と当該データに付加されている誤り訂正符号とをもとに訂正可能かを判定するだけで、イレージャ訂正機能が正しく働いているかを容易に検証することができる。その理由は、生成された特定ポインタ情報の示す位置と、破壊された位置とが対応していることから、イレージャ訂正機能が正しく働いているならば、破壊された部分が正しく訂正され、リードが正常完了することによる。

#### 【 0 0 1 1 】

ここで、上記記録媒体から読み出され、上記エラー訂正回路によって誤りが訂正されたデータをデータセクタ単位で格納するリードデータバッファと、上記記録媒体に書き込むべきデータをデータセクタ単位で格納するライトデータバッファとに加えて、上記ホストからの特定リードコマンド（例えば、リードロングコマンド）の実行時に、上記記録媒体から読み出されるデータを、当該データに誤

り符号が付加された状態で、そのまま上記リードデータバッファに伝達する回路を備えるとよい。このようにすると、上記記録媒体からの上記第2のデータの読み出しを指定する特定リードコマンドを実行して、当該第2のデータを上記リードデータバッファに格納した後に、当該第2のデータが上記第1のデータに書き換えられた状態で、上記特定ライトコマンドを実行することにより、当該第1のデータを、当該第1のデータに誤り符号が付加されている状態で、そのまま記録媒体に書き込むことができる。つまり、第2のデータの一部を破壊することにより生成された、エラー部分を含む第1のデータを、当該第1のデータに、破壊前の第2のデータ（エラーのない第2のデータ）をもとに生成された誤り訂正符号が付された状態で、記録媒体に書き込むことができる。

## 【 0 0 1 2 】

上記記録再生制御装置に係る本発明は、当該記録再生制御装置を備えた記録再生装置に係る発明としても、記録再生装置で実行されるイレージャ訂正機能を検証する方法に係る発明としても成立する。

## 【 0 0 1 3 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明を磁気ディスク装置に適用した実施の形態につき図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図である。図1において、磁気ディスク装置（以下、HDDと称する）10は、大きく分けて、ディスクエンクロージャ（以下、DEと称する）11と、リード／ライトチャネル（以下、R／Wチャネルと称する）12と、ハードディスクコントローラ（以下、HDCと称する）13と、CPU14とから構成される。

## 【 0 0 1 4 】

DE11は、R／Wチャネル12と接続され、記録信号の受信、再生信号の送信を行う。DE11は、データが磁気記録されるディスク111と、ヘッド（磁気ヘッド）112とを含む。ヘッド112は、ディスク111へのデータの書き込み（記録）及び当該ディスク111からのデータの読み出し（再生）に用いられる。ディスク111は、MR素子からなるリードヘッド（MRヘッド）と、誘

導型の記録用薄膜素子からなるライトヘッド（インダクティブヘッド）とから構成される複合ヘッドである。DE 11は更に、ディスク111を回転させるスピンドルモータ（以下、SPMと称する）113と、アクチュエータ114と、ヘッドIC（Integrated Circuit）115とを含む。アクチュエータ114は、ヘッド112を支持して当該ヘッド112をディスク111の半径方向に移動させる。アクチュエータ114は、当該アクチュエータ114の駆動源となるボイスコイルモータ（以下、VCMと称する）114aを含む。ヘッドIC115は、R/Wチャンネル12から送られる記録信号を増幅するライトアンプ115aと、ヘッド112により読み出された再生信号を増幅するリードアンプ115bとを含む。

## 【0015】

図1では、説明を簡略化するために、ディスク111が1枚であり、且つヘッド112がディスク111の一方の面側にのみ配置されている場合を想定している。しかし、複数のディスク111が積層配置された構成であっても構わない。また、ヘッド112は、ディスク111の各記録面に対応してそれぞれ設けられるのが一般的である。

## 【0016】

R/Wチャンネル12は、各種の信号処理を実行する。この信号処理は、リード信号に対するA/D（アナログ／デジタル）変換処理、ライトデータの符号化処理及びリードデータの復号化処理を含む。

## 【0017】

HDC13は、R/Wチャンネル12、CPU14、及びホスト（ホストシステム）20と接続されている。ホスト20は図1のHDDを利用するパーソナルコンピュータ等のデジタル機器である。HDC13は、ホストインタフェース制御機能と、ディスク制御機能と、ECC処理機能とを有する。HDC13はホストインタフェース制御機能により、ホスト20から転送されるコマンド（ライトコマンド、リードコマンド等）を受信すると共に、ホスト20とHDC13との間のデータ転送を制御する。HDC13はディスク制御機能により、R/Wチャンネル12を介してディスク111と当該HDC13との間のデータ転送を制御する

。HDC 1 3 は ECC 処理機能により、ディスク 1 1 1 に記録されるデータ（ライトデータ）に付加される ECC を生成すると共に、ディスク 1 1 1 から読み出されたデータに付されている ECC を用いて当該データのエラーを訂正する。このエラー訂正は、ランダム訂正とイレージャ訂正とを組み合わせで行われる。

#### 【 0 0 1 8 】

CPU 1 4 は、HDD 1 0 の主コントローラである。CPU 1 4 は、図示せぬ ROM に格納されている制御プログラムに従って、DE 1 1、R/W チャンネル 1 2 及び HDC 1 3 を制御する。CPU 1 4 は特に、ホスト 2 0 からの指示により、HDD 1 0 におけるイレージャ訂正機能を検証するための制御を行う。

#### 【 0 0 1 9 】

図 2 は、図 1 中の R/W チャンネル 1 2 のブロック構成を示す。R/W チャンネル 1 2 は、アナログフロントエンド 1 2 1 と、イコライザ（等化器） 1 2 2 と、ビタビデコーダ（ビタビ復号器） 1 2 3 と、タイミング回復回路 1 2 4 とを含む。アナログフロントエンド 1 2 1 は、VGA（可変利得増幅器）とアナログフィルタと A/D コンバータ（いずれも図示せず）とを含む。A/D コンバータのサンプリングクロック（再生クロック）は、ディスク 1 1 1 に書き込まれたデータのクロック（チャンネルクロック）に、タイミング回復回路 1 2 4 によって同期化されている。

#### 【 0 0 2 0 】

R/W チャンネル 1 2 はまた、エンコーダ／デコーダ（以下、ENDEC と称する） 1 2 5 と、ライトシンセサイザ 1 2 6 と、NRZ クロック生成器 1 2 7 と、熱アスペリティ検出器（以下、TA 検出器と称する） 1 2 8 と、コード違反検出器 1 2 9 とを含む。ENDEC 1 2 5 は、ビタビデコーダ 1 2 3 により復号されたデータを NRZ（Non-Return to Zero）データに変換する。この変換された NRZ データはリードデータとして HDC 1 3 に転送される。ENDEC 1 2 5 はまた、HDC 1 3 から転送されるライトデータ（NRZ データ）をコード変換すると共に、ディスク 1 1 1 への記録に適した NRZ I（Non-Return to Zero Inverse）データに変換する。ここでのコード変換では、例えば 3 2 ビット（4 バイト）単位に 3 4 ビットに変換される。ライトシンセサイザ 1 2 6 は、主として書



き込みのためのクロック信号の生成に必要な基本クロック信号を生成する。ライトシンセサイザ 1 2 6 は、この基本クロック信号の周波数を可変することが可能である。NRZクロック生成器 1 2 7 は、ライトシンセサイザ 1 2 6 からの基本クロック信号とイコライザ 1 2 2 の出力とをもとにNRZデータに対応したNRZクロック信号を生成する。このNRZクロック信号はHDC 1 3 に転送される。TA検出器 1 2 8 は、アナログフロントエンド 1 2 1 の出力レベルを監視することで熱アスペリティ（以下、TAと称する）の発生を検出する。TA (Thermal Asperity) とは、ヘッド 1 1 2 がディスク 1 1 1 の表面と衝突することによって生じる熱エネルギーによってMRヘッド (MR素子) の磁気抵抗が変化し、再生信号のDCレベルが大きく変化する現象をいう。そこでTA検出器 1 2 8 は、アナログフロントエンド 1 2 1 の出力レベルを予め設定された閾値と比較する。TA検出器 1 2 8 は、アナログフロントエンド 1 2 1 の出力レベルが閾値を超えている場合にTAが発生しているとして、その期間だけ例えば“1”となるフラグ (TAフラグ) F 1 を出力する。コード違反検出器 1 2 9 は、ビタビデコード 1 2 3 からENDEC 1 2 5 に入力されたデータ列の中から、予め定められたサイズ (ここでは、3 4 ビット) のブロック単位に、コード違反のデータ列を検出する。コード違反のデータ列は、予め誤りであると定められている例えば値が全て“1”の特定パターンのデータ列である。コード違反検出器 1 2 9 は、検出されたコード違反データ列に対応する期間だけ“1”となるフラグ (コード違反フラグ) F 2 を出力する。

#### 【0 0 2 1】

R/Wチャネル 1 2 はまた、エラー位置検出器 1 2 A と、イレージャポインタ生成器 1 2 B とを含む。エラー位置検出器 1 2 A は、TA検出器 1 2 8 からのTAフラグ F 1、コード違反検出器 1 2 9 からのコード違反フラグ F 2、及びHDC 1 3 からのイレージャポインタ選択信号EPSSに応じて、イレージャポインタの生成に必要なリードデータ中のエラー位置 (エラーの開始位置及びエラーの終了位置) を検出する。イレージャポインタ選択信号EPSSは、エラー位置を、フラグ F 1 のみ、フラグ F 2 のみ、フラグ F 1 及び F 2 の論理和、またはフラグ F 1 及び F 2 の論理積のいずれをもとに検出するかを指定する。イレージャポ

インタ生成器 1 2 B は、エラー位置検出器 1 2 A によって検出されたエラー位置を示すイレージャポインタ E P 1 を生成する。イレージャポインタ E P 1 は、1 セクタ分のデータのエラー位置を、例えばバイト単位に、一種のビットマップ形式で示すポインタ情報である。本実施形態では、イレージャポインタ E P 1 を構成するビットのうち、エラー位置検出器 1 2 A によって検出されたエラー位置（即ちエラーの開始位置及びエラーの終了位置で指定される範囲）のバイトに対応するビットだけ“1”となる。D E 1 1 は更に、書き込み補償回路 1 2 C を含む。書き込み補償回路 1 2 C は、E N D E C 1 2 5 から出力される N R Z I データを対象に、記録波形のタイミングの補正を行う。このタイミング補正後のデータは、書き込みデータとして、ヘッド I C 1 1 5 内のライトアンプ 1 1 5 a に出力される。

#### 【 0 0 2 2 】

図 3 は、図 1 中の H D C 1 3 のブロック構成を示す。H D C 1 3 は、ホストインタフェース制御部 1 3 1 と、ディスクインタフェース制御部 1 3 2 と、C P U インタフェース 1 3 3 とを含む。ホストインタフェース制御部 1 3 1 は、上述のホストインタフェース制御機能を有する。ディスクインタフェース制御部 1 3 2 は、上述のホストインタフェース制御機能を有する。C P U インタフェース 1 3 3 は、C P U 1 4 とのインタフェースをなす。上記イレージャポインタ選択信号 E P S S は、C P U 1 4 から C P U インタフェース 1 3 3 を介して図示せぬコントロールレジスタの所定のビットがセットされることにより、H D C 1 3 から R / W チャンネル 1 2 に供給される。

#### 【 0 0 2 3 】

H D C 1 3 はまた、E C C エラー訂正回路 1 3 4 を含む。E C C エラー訂正回路 1 3 4 は、R / W チャンネル 1 2 からディスクインタフェース制御部 1 3 2 を介して転送された N R Z データ（リードデータ）のエラーを、当該データに付されている E C C を使用して訂正する。E C C エラー訂正回路 1 3 4 は、ランダム訂正回路 1 3 4 a とイレージャ訂正回路 1 3 4 b とから構成される。ランダム訂正回路 1 3 4 a は、上記 N R Z データのエラーを、当該データに付されている E C C のみを使用して訂正する。イレージャ訂正回路 1 3 4 b は、上記 N R Z データ

のエラーを、当該データに付されている ECC とイレージャポインタとを使用して訂正する。このイレージャ訂正回路 1 3 4 b によるエラー訂正はイレージャ訂正と呼ばれる。

#### 【 0 0 2 4 】

ここで、ECC エラー訂正回路 1 3 4 における、イレージャポインタを用いたエラー訂正について述べる。ECC のエラー訂正能力は当該 ECC のバイト数（シンボル数）と関係がある。一般に、ECC としてリードソロモン（RS）符号を利用して誤り訂正を行う場合、1 バイト（シンボル）のエラーを訂正するには、2 バイト（シンボル）の ECC が必要とされる。この 2 バイトの ECC のうちの 1 バイトは、エラーの位置を特定するのに用いられ、残りの 1 バイトはエラーの訂正に用いられる。しかし、予め誤りの位置が分かっている場合、その位置をイレージャとして扱うことで ECC のバイト数（冗長シンボル数）までのエラーを訂正できる。したがって、データのエラー位置を適切に検出し、そのエラー位置を示す位置情報（エラー位置情報）、即ちイレージャポインタを使用することにより、1 バイトの ECC で 1 バイトのエラー訂正（イレージャ訂正）が可能となる。このイレージャ訂正の効果の具体例を図 4 を参照して説明する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 4 は、3 インターリーブ（3 i）\* 7 バースト（7 b）の例を示す。“3 インターリーブ \* 7 バースト”とは、データ（例えばバイト 1 ~ 5 1 2 の 5 1 2 バイトから構成される 1 セクタのデータ）のインターリーブ数が 3 で、各インターリーブ当たり 7 バイトまでのランダムエラーの訂正（ランダム訂正）ができることをいう。つまり、“7 バースト”は、インターリーブ毎の、ECC を用いたランダム訂正（ランダム ECC 訂正）可能な総バースト長（ランダム訂正バースト長）が 7 であることを示す。ここでは、各インターリーブ当たり、1 4 バイトの ECC が付加される。

#### 【 0 0 2 6 】

図 4 の例では、バイト 5 ~ 2 6 の連続する 2 2 バイト（記号×が付されている部分）でエラーが発生したものとする。この場合、第 2 のインターリーブには 8 バイトエラーが発生することから、この部分のエラーは訂正できない。そこで、

第2のインターリーブに“2イレージャ（2バイトのイレージャ訂正）+6バースト”を適用してECCエラー訂正回路134によるエラー訂正を行う。“2イレージャ”とは、2バイトのECCと2バイトのイレージャポインタとにより、2バイトエラーまで訂正できることをいう。つまり、“2イレージャ”は、イレージャ訂正可能なバースト長（イレージャ訂正バースト長）が2であることを示す。この第2のインターリーブへの“2イレージャ+6バースト”の適用により、連続する22バイトのエラーでも訂正できるようになる。

【0027】

再び図3を参照すると、HDC13は、リードデータバッファ135と、スイッチ136とを含む。リードデータバッファ135は、リードデータをデータセクタ単位で一時格納するのに用いられる。リードデータバッファ135には、R/Wチャネル12から転送されたエラー訂正前のNRZデータ、またはランダム訂正回路134aもしくはイレージャ訂正回路134bによりエラーが訂正されたNRZデータが格納される。スイッチ136は、R/Wチャネル12から転送されたNRZデータの出力先を切り替えるのに用いられる。スイッチ136は、通常状態では、上記NRZデータの出力先を、リードデータバッファ135に切り替える。またスイッチ136は、第1の特定状態では、上記NRZデータの出力先を、ECCエラー訂正回路134に切り替える。第1の特定状態は、ホスト20からリードロングコマンドが与えられた場合に、CPU14によってホストインタフェース制御部131を介して設定される。

【0028】

HDC13はまた、プログラマブルイレージャポインタ生成器137と、イレージャポインタメモリ138とを含む。プログラマブルイレージャポインタ生成器137は、ホスト20からの特定コマンドで指定されるイレージャポインタEP2を生成する。イレージャポインタメモリ138は、イレージャポインタEP1及びEP2のいずれか一方を格納するのに用いられる。このイレージャポインタメモリ138に格納されたイレージャポインタEP1またはEP2は、イレージャ訂正回路135によるイレージャ訂正に用いられる。

【0029】

HDC 1 3 は更に、ライトデータバッファ 1 3 9 と、ECC 生成器 1 3 A と、スイッチ 1 3 B とを含む。ライトデータバッファ 1 3 9 は、上記リードデータバッファ 1 3 5 と共に、図示せぬ RAM (Random Access Memory) の記憶領域内に確保される。ライトデータバッファ 1 3 9 は、ホスト 2 0 からホストインタフェース制御部 1 3 1 を介して転送されるライトデータをデータセクタ単位で一時的に格納するのに用いられる。ECC 生成器 1 3 A は、ライトデータバッファ 1 3 9 から読み出されるライトデータをもとに、データセクタ単位で ECC を生成する。生成された ECC が付加されたライトデータはディスクインタフェース制御部 1 3 2 を介して R/W チャンネル 1 2 に転送される。スイッチ 1 3 B は、ライトデータバッファ 1 3 9 から読み出されるライトデータの出力先を切り替えるのに用いられる。スイッチ 1 3 B は、通常状態では、上記ライトデータの出力先を、ECC 生成器 1 3 A に切り替える。またスイッチ 1 3 B は、第 2 の特定状態 (第 2 の特定モード) では、上記ライトデータの出力先を、ディスクインタフェース制御部 1 3 2 に切り替える。第 2 の特定状態は、ホスト 2 0 からライトロングコマンドが与えられた場合に、ホストインタフェース制御部 1 3 1 により設定される。

## 【 0 0 3 0 】

次に、本発明の一実施形態の動作について、ECC エラー訂正回路 1 3 4 のエラー訂正機能 (特に ECC エラー訂正回路 1 3 4 に含まれているイレージャ訂正回路 1 3 4 b のイレージャ訂正機能) を検証する場合を例に説明する。まず、エラー訂正機能の検証に用いるデータセクタを選択する処理について、図 5 のフローチャートを参照して説明する。

## 【 0 0 3 1 】

まず CPU 1 4 は、ホスト 2 0 から HDD 1 0 に与えられるコマンドに従って、HDC 1 3 内のランダム訂正回路 1 3 4 a の訂正バースト長を A 1 に設定する (ステップ 5 0 1) 。次に CPU 1 4 は、ホスト 2 0 からのコマンドに従って 1 セクタ分のテストデータ (NRZ データ) を生成し、当該データをライトデータバッファ 1 3 9 に格納する (ステップ 5 0 2) 。次に CPU 1 4 は、ホスト 2 0 からのコマンド (シークコマンド) に従って、当該コマンドに含まれている論理ブロックアドレス LBA 1 により指定される、ディスク 1 1 1 上のトラック (第

1のテストの対象となるトラック) T1にヘッド112を移動させる、シーク制御を実行する(ステップ503)。このときCPU14は、ロングコマンドの実行を想定して、アクセスすべきブロック(セクタ)数b1kを1に設定する(ステップ504)。

#### 【0032】

この状態で、CPU14は、ディスク111へのテストデータの書き込みと、ディスク111からのテストデータの読み出しとを制御する(ステップ504)。これにより以下に述べる、テストデータ書き込みとテストデータ読み出しとが実行される。

#### 【0033】

まず、ライトデータバッファ139に格納されている1セクタ分のテストデータがスイッチ13Bを介してECC生成器13Aに転送される。ECC生成器13Aは、この1セクタ分のテストデータに基づき、インターリーブ毎にECCを生成する。生成されたインターリーブ毎のECCはテストデータに付加される。このECCが付加された1セクタ分のテストデータは、ディスクインタフェース制御部132を介してHDC13からR/Wチャンネル12に転送される。R/Wチャンネル12は、HDC13から転送されたテストデータ(NRZデータ)を、32ビット単位に34ビットのコードに変換する。R/Wチャンネル12はまた、コード変換されたNRZデータをNRZIデータに変換する。このNRZIデータ(ECCが付されているテストデータ)は、ヘッドIC115を介してヘッド112に送られて、当該ヘッド112により、ディスク111に書き込まれる。ここでは、NRZIデータは、LBA1で指定される、トラックT1上のデータセクタS1に書き込まれる。

#### 【0034】

次に、トラックT1上のデータセクタS1に書き込まれたデータが、ヘッド112により読み出される。読み出されたデータはヘッドIC115を介してR/Wチャンネル12に転送される。R/Wチャンネル12では、上記読み出されたデータがNRZデータに変換され、更に元のコードに変換される。また、上記読み出されたデータのエラー位置が、R/Wチャンネル12内のエラー位置検出器12A

により検出される。そして、この検出されたエラー位置を示すイレージャポインタ E P 1 が、イレージャポインタ生成器 1 2 B により生成される。このイレージャポインタ E P 1 は、上記コード変換後のデータ（NRZ データ）と共に HDC 1 3 に転送される。HDC 1 3 に転送されたイレージャポインタ E P 1 はイレージャポインタメモリ 1 3 8 に格納される。また、HDC 1 3 に転送された NRZ データ（リードデータ）は、ディスクインタフェース制御部 1 3 2 及びスイッチ 1 3 6 を介して、ECC エラー訂正回路 1 3 4 に入力される。ECC エラー訂正回路 1 3 4 内のイレージャ訂正回路 1 3 4 b は、ECC エラー訂正回路 1 3 4 に入力された NRZ データに付されている ECC と、イレージャポインタメモリ 1 3 8 に格納されているイレージャポインタとを用いて、当該データのエラーをイレージャ訂正により訂正する。一方、ランダム訂正回路 1 3 4 a は、イレージャポインタによりエラー位置として示されていない部分のエラーをランダム訂正により訂正する。このように、ECC エラー訂正回路 1 3 4 では、ランダム訂正とイレージャ訂正とを組み合わせ、リードデータのエラーが訂正される。このエラーが訂正されたデータはリードデータバッファ 1 3 5 に格納される。

#### 【 0 0 3 5 】

さて、ECC エラー訂正回路 1 3 4 によるエラー訂正に成功した場合（ステップ 5 0 5）、CPU 1 4 は、データの書き込み及び読み出しに用いられたデータセクタはエラー訂正機能の検証に適していると判定する。この場合、ランダム訂正機能を検証するための処理（ランダム訂正機能テスト）が行われる。これに対し、ECC エラー訂正回路 1 3 4 によるエラー訂正に失敗した場合、つまりデータ読み出しに失敗した場合（ステップ 5 0 5）、CPU 1 4 は、上述のデータ読み出し（ここではトラック T 1 上のデータセクタ S 1 からのデータ読み出し）の再実行（即ちリードリトライ）を制御する（ステップ 5 0 6）。このリトライ（ステップ 5 0 6）は、データ読み出しに成功するまで（ステップ 5 0 5）、所定のリトライ回数（例えば 1 0 回）を超えない範囲で繰り返される（ステップ 5 0 7）。

#### 【 0 0 3 6 】

もし、所定の回数のリトライを実行しても、データ読み出しに成功しなかった

場合（ステップ507）、CPU14は、データの書き込み及び読み出しに用いられたデータセクタはエラー訂正機能の検証に不適であると判定する。この場合、CPU14は、ヘッド112を、ディスク111上のトラックT1から別のトラック（第2のテストの対象となるトラック）T2に移動させるシーク制御を実行する（ステップ509）。このトラックT2は、第2のテストのためにホスト20から与えられるコマンド（シークコマンド）に含まれている論理ブロックアドレスLBA2により指定される。CPU14はステップ509を実行すると、上記ステップ504に戻る。ここでは、LBA2により指定される、トラックT2上のデータセクタS2へのテストデータの書き込みと、当該データセクタS2からのテストデータの読み出しとが行われる。もし、テストデータ読み出しに成功したならば（ステップ505）、ランダム訂正機能テストが行われる。また、所定の回数のリトライを実行しても、トラックT2上のデータセクタS2からのテストデータ読み出し（第2のテスト）に成功しなかったならば（ステップ508）、CPU14はリードエラーを示すエラーメッセージをホスト20に通知する（ステップ510）。

## 【0037】

次に、ランダム訂正機能テストについて、図6のフローチャートを参照して説明する。ホスト20は、トラックTk（kは1または2）上のデータセクタSkからのテストデータの読み出しに成功した場合、ランダム訂正機能テストを実行するために、HDD10に対してリードロングコマンドを発行する。このリードロングコマンドは、ECCエラー訂正回路134を動作させずに、トラックTk上のデータセクタSkからのデータ読み出しを指定する。HDD10内のCPU14は、ホスト20からリードロングコマンドを受け取ると、当該コマンドを実行する（ステップ601）。即ちCPU14は、リードロングコマンドにより指定されるトラックTk上のデータセクタSkからのデータ読み出しを制御する。このとき、HDD10はリードロングコマンドに応じて通常状態から第1の特定状態（第1の特定モード）に切り替えられる。これにより、当該HDC13内のスイッチ136は、R/Wチャネル12からディスクインタフェース制御部132を介して転送されるNRZデータ（リードデータ）の出力先を、ECCエラー



訂正回路134からリードデータバッファ135に切り替える。この状態で、トラックTk上のデータセクタSkから読み出されたデータは、ヘッドIC115及びR/Wチャンネル12を介してHDC13に転送される。このHDC13に転送されたデータ（リードデータ）は、ECCが付された状態で、ディスクインタフェース制御部132及びスイッチ136を介してリードデータバッファ135に格納される。

#### 【0038】

次にホスト20は、HDD10に対してコピーコマンドを発行する。このコピーコマンドは、リードデータバッファ135からライトデータバッファ139へのデータコピーを指定する。HDD10内のCPU14は、ホスト20からコピーコマンドを受け取ると、リードデータバッファ135に格納されたリードデータを、ECCが付された状態で、ホストインタフェース制御部131を介してライトデータバッファ139にコピーする（ステップ602）。次にCPU14は、ライトデータバッファ139にコピーされたデータの一部を書き換える（破壊する）（ステップ603）。この書き換えが行われる箇所は、図9（a）に示すように、上記コピーされたデータ中の第n1バイト～第（n1+m-1）バイトのmバイトである。この書き換えが行われる箇所はホスト20から指定される。ここで、mは、 $m \leq (\text{インターリーブ数 } i * \text{訂正バースト長 } b)$  を満足する任意のバイト数を示す。“インターリーブ数  $i$  \* 訂正バースト長  $b$ ” は、ECCエラー訂正回路134（ランダム訂正回路134a）でランダム訂正が可能な総バイト（シンボル）数を示す。例えば、インターリーブ数  $i$  が3で、訂正バースト長  $b$  が7バイトの場合、mは  $m \leq 3 * 7 (= 21 \text{ バイト})$  を満足する整数である。ここでは、 $m = 21$  であるものとする。なお、ステップ602及び603の順番は逆であっても構わない。即ち、リードデータバッファ135に格納されたリードデータ中の第n1バイト～第（n1+m-1）バイトを書き換え、その書き換え後のデータを、ECCが付された状態で、ライトデータバッファ139にコピーしてもよい。

#### 【0039】

ECCエラー訂正回路134のランダム訂正機能が正常であるか否かを検証す

るには、主として次の2つの処理を実行すればよい。第1は、上記mバイトが書き換えられた（破壊された）データをロングライトコマンドの実行によりディスク111に書き込む処理である。第2は、ディスク111に書き込まれた、上記mバイトが書き換えられたデータが正しく訂正可能かを判定するために、当該データを通常のリードコマンドの実行により読み出す処理である。

## 【0040】

そこでホスト20は、ライトデータバッファ139にコピーされたデータの一部（第n1バイト～第（n1+m-1）バイトのmバイト）が書き換えられると、その書き換え後のデータをディスク111に書き込むためのライトロングコマンドをHDD10に発行する。このライトロングコマンドは、ECC生成器13Aを動作させずに、トラックTk上のデータセクタSkへのデータ書き込みを指定する。HDD10内のCPU14は、ホスト20からライトロングコマンドを受け取ると、当該コマンドを実行する（ステップ604）。即ちCPU14は、ライトデータバッファ139にコピーされている、上記書き換え後のデータを、ライトロングコマンドにより指定されるトラックTk上のデータセクタSkに書き込むための制御を実行する。このとき、HDD10はライトロングコマンドに応じて第2の特定状態（第2の特定モード）に切り替えられる。すると、当該HDC13内のスイッチ139は、ライトデータバッファ139に格納されているデータ（ライトデータ）の出力先を、ディスクインタフェース制御部132に切り替える。これにより、ライトデータバッファ139に格納されている、一部（第n1バイト～第（n1+m-1）バイト）が書き換えられたデータ（ライトデータ）が、そのまま（即ち、ECCが付されている状態で）、スイッチ13Bを介してディスクインタフェース制御部132に転送される。このディスクインタフェース制御部132に転送されたデータは、ディスクインタフェース制御部132からR/Wチャネル12及びヘッドIC115を介してヘッド112に送られて、当該ヘッド112により、ディスク111に書き込まれる。ここでは、データ（つまり第n1バイト～第（n1+m-1）バイト）が書き換えられたデータは、トラックTk上のデータセクタSkに書き込まれる。

## 【0041】

すると、ホスト20からHDD10に対し、トラックTk上のデータセクタSkからデータを読み出すための、通常のリードコマンドが発行される。このコマンドでは、“3i (3インターリーブ) \* 7b (7バースト)” によるランダム訂正が指定される。HDD10内のCPU14は、ホスト20から通常のリードコマンドを受け取ると、当該コマンドを実行する(ステップ605)。即ちCPU14は、通常のリードコマンドにより指定されるトラックTk上のデータセクタSkからのデータ読み出しを制御する。このとき、HDD10は通常のリードコマンドに応じて通常状態に切り替えられる。すると、HDC13内のスイッチ136は、R/Wチャネル12からディスクインタフェース制御部132を介して転送されるNRZデータ(リードデータ)の出力先を、ECCエラー訂正回路134に切り替える。この状態で、トラックTk上のデータセクタSkから読み出されたデータ(リードデータ)は、ヘッドIC115及びR/Wチャネル12を介してHDC13に転送される。このHDC13に転送されたデータ(リードデータ)は、ECCが付された状態で、ディスクインタフェース制御部132及びスイッチ136を介して、ECCエラー訂正回路134に入力される。ここでは、上記通常のリードコマンドにより、“3i (3インターリーブ) \* 7b (7バースト)” によるランダム訂正が指定されている。この場合、ECCエラー訂正回路134内のランダム訂正回路134aは、リードデータに付されているECC(3\*7バイトのECC)を用いて、当該データのエラーをランダム訂正により訂正する。このエラーが訂正されたデータはリードデータバッファ135に格納される。

#### 【0042】

さて、リードデータのエラー訂正に成功してリードが正常に完了した場合(ステップ606)、CPU14は、ECCエラー訂正回路134(ランダム訂正回路134a)のランダム訂正機能は正常であると判定する。この場合、イレージャ訂正機能を検証するための処理(イレージャ訂正機能テスト)が行われる。これに対し、リードデータのエラー訂正に失敗した場合、つまりデータ読み出しに失敗した場合(ステップ606)、CPU14は、上述のデータ読み出しの再実行(即ちリードリトライ)を制御する(ステップ607)。このリトライ(ステ

ップ607)は、データ読み出しに成功するまで(ステップ606)、所定のリトライ回数(例えば10回)を超えない範囲で繰り返される(ステップ608)。

#### 【0043】

もし、所定の回数のリトライを実行しても、データ読み出しに成功しなかった場合(ステップ608)、CPU14は、ECCエラー訂正回路134のランダム訂正機能が正常に働いていないと判断する。この場合、CPU14は、ランダム訂正エラーを示すエラーメッセージをホスト20に通知する(ステップ609)。

#### 【0044】

次に、イレージャ訂正機能テストについて、図7及び図8のフローチャートを参照して説明する。ホスト20は、ランダム訂正機能テストでランダム訂正機能が正常に働いていると判定できた場合、イレージャ訂正機能テストを実行するために、まずHDD10に対してコピーコマンドを発行する。このコピーコマンドは、リードデータバッファ135からライトデータバッファ139へのデータコピーを指定する。HDD10内のCPU14は、ホスト20からコピーコマンドを受け取ると、当該コマンドに従って、リードデータバッファ135からライトデータバッファ139へのデータコピーを実行する(ステップ701)。ここでは、先のランダム訂正機能テストでリードデータバッファ135に格納された、エラー訂正後のリードデータが、ライトデータバッファ139にライトデータとしてコピーされる。

#### 【0045】

次にホスト20は、ライトデータバッファ139にコピーされたデータ(1セクタ分のデータ)をディスク111に書き込むための通常のライトコマンドをHDD10に発行する。HDD10内のCPU14は、ホスト20から通常のライトコマンドを受け取ると、当該コマンドを実行する(ステップ702)。即ちCPU14は、ライトデータバッファ139にコピーされている1セクタ分のデータを、通常のライトコマンドにより指定されるトラックTk上のデータセクタSkに書き込むための制御を実行する。これにより、ライトデータバッファ139

にコピーされた1セクタ分のデータがスイッチ13Bを介してECC生成器13Aに転送される。ECC生成器13Aは、このデータに基づき、インターリーブ毎にECCを生成する。生成されたインターリーブ毎のECCは上記1セクタ分のデータに付加される。このECCが付加された1セクタ分のデータは、ディスクインタフェース制御部132からR/Wチャンネル12及びヘッドIC115を介してヘッド112に送られて、当該ヘッド112により、ディスク111に書き込まれる。ここでは、上記1セクタ分のデータは、トラックTk上のデータセクタSkに書き込まれる。つまり、先のランダム訂正機能テストでトラックTk上のデータセクタSkに書き込まれた、一部が破壊されたデータが、元の正しいデータに書き換えられる。

## 【0046】

次に、ホスト20は、トラックT1上のデータセクタS1に書き込まれたデータを、ECCエラー訂正回路134を動作させずに読み出すために、HDD10に対してリードロングコマンドを発行する。HDD10内のCPU14は、ホスト20からリードロングコマンドを受け取ると、当該コマンドを実行する（ステップ703）。即ちCPU14は、リードロングコマンドにより指定されるトラックTk上のデータセクタSkからのデータ読み出しを制御する。これにより、トラックTk上のデータセクタSkから読み出されたデータは、ヘッドIC115及びR/Wチャンネル12を介してHDC13に転送される。このHDC13に転送されたデータ（リードデータ）は、ECCが付された状態で、ディスクインタフェース制御部132及びスイッチ136を介してリードデータバッファ135に格納される。

## 【0047】

次にCPU14は、前記ステップ602と同様に、リードデータバッファ135に格納されたリードデータを、ECCが付された状態で、ホストインタフェース制御部131を介してリードデータバッファ135にコピーする（ステップ704）。このコピー動作は、ホスト20から発行されるコピーコマンドにより指定される。次にCPU14は、前記ステップ603と同様に、ライトデータバッファ139にコピーされたデータの一部を書き換える（破壊する）（ステップ7

04)。但し、この書き換えが行われる箇所は、図9（b）に示すように、上記コピーされたデータ中の第 $n2$ バイト～第 $(n2+h-1)$ バイトの $h$ バイトである。この書き換えが行われる箇所はホスト20から指定される。ここで、 $h$ は、 $h \leq (\text{ランダム訂正バースト長} + \text{イレージャ訂正バースト長})$ を満足する任意のバイト数を示す。ここでは、ランダム訂正バースト長はランダム訂正回路134aでランダム訂正が可能な総バイト（シンボル）数を示す。本実施形態では、ランダム訂正バースト長は、 $3 * 2 = 6$ （インターリーブ数 $i = 3$ 、インターリーブ毎の訂正バースト長 $b = 2$ ）であるものとする。一方、イレージャ訂正バースト長はイレージャ訂正回路134bでイレージャ訂正が可能な最長の連続するバイト（シンボル）数を示す。本実施形態では、イレージャ訂正バースト長は、 $3 * 8 = 24$ （インターリーブ数 $i = 3$ 、インターリーブ毎の訂正バースト長 $b = 8$ ）である。この場合、“ランダム訂正バースト長+イレージャ訂正バースト長”は $6 + 24 = 30$ （バイト）であり、 $h$ は $h \leq 30$ （バイト）を満足する整数である。ここでは、 $h = 28$ であるものとする。インターリーブ毎のECCが14バイトの本実施形態では、ランダム訂正のみでエラーを訂正する場合、図4に示したように、連続する22バイトのエラーは訂正できない。そこで、 $h$ に下限を設定し、 $h$ を22バイト以上、“ランダム訂正バースト長+イレージャ訂正バースト長”以下とするとよい。このようにすると、イレージャ訂正機能の検証がより有効に行える。なお、ステップ704及び705の順番は逆であっても構わない。即ち、リードデータバッファ135に格納されたリードデータ中の第 $n2$ バイト～第 $(n2+h-1)$ バイトを書き換え、その書き換え後のデータを、ECCが付された状態で、ライトデータバッファ139にコピーしてもよい。

#### 【0048】

さて、ECCエラー訂正回路134のイレージャ訂正機能が正常であるか否かを検証するには、主として次の3つの処理を実行すればよい。第1は、上記 $h$ バイトが書き換えられた（破壊された）データをロングライトコマンドの実行によりディスク111に書き込む処理である。第2は、上記書き換えられた位置に対応するエラー位置を指定するイレージャポインタEP2を外部からのコマンドに応じてイレージャポインタメモリ138に設定する処理である。第3は、ディス

ク 1 1 1 に書き込まれた、上記 h バイトが書き換えられたデータが正しく訂正可能かを判定するために、当該データを通常のリードコマンドの実行により読み出す処理である。

#### 【 0 0 4 9 】

そこでホスト 2 0 は、ライトデータバッファ 1 3 9 にコピーされたデータの一部（第  $n 2$  バイト～第  $(n 2 + h - 1)$  バイトの h バイト）が書き換えられると、その書き換え後のデータをディスク 1 1 1 に書き込むためのライトロングコマンドを HDD 1 0 に発行する。HDD 1 0 内の CPU 1 4 は、このライトロングコマンドを実行する（ステップ 7 0 6）。このライトロングコマンドの実行により、ライトデータバッファ 1 3 9 に格納されている、一部（第  $n 2$  バイト～第  $(n 2 + h - 1)$  バイト）が書き換えられたデータ（ライトデータ）が、そのまま（即ち、ECC が付されている状態で）、スイッチ 1 3 B を介してディスクインタフェース制御部 1 3 2 に転送される。このディスクインタフェース制御部 1 3 2 に転送されたデータは、R/W チャンネル 1 2 及びヘッド IC 1 1 5 を介してヘッド 1 1 2 に送られて、当該ヘッド 1 1 2 により、ディスク 1 1 1 に書き込まれる。ここでは、データ（つまり第  $n 2$  バイト～第  $(n 2 + h - 1)$  バイトが書き換えられたデータ）は、トラック  $T_k$  上のデータセクタ  $S_k$  に書き込まれる。

#### 【 0 0 5 0 】

すると、ホスト 2 0 から HDD 1 0 に対し、当該 HDD 1 0 内のイレージャポイントメモリ 1 3 8 にイレージャポイント EP 2 を設定するためのイレージャポイント設定コマンドが発行される。HDD 1 0 内の CPU 1 4 は、ホスト 2 0 からイレージャポイント設定コマンドを受け取ると、当該コマンドを実行する（ステップ 7 0 7）。即ち CPU 1 4 は、ホストインタフェース制御部 1 3 1 を介してプログラマブルイレージャポイント生成器 1 3 7 を制御することにより、イレージャポイント設定コマンドで指定されたイレージャポイント EP 2 を生成させる（ステップ 7 0 7 a）。プログラマブルイレージャポイント生成器 1 3 7 は、生成されたイレージャポイント EP 2 をイレージャポイントメモリ 1 3 8 に格納する。ここでは、上記書き換えられた第  $n 2$  バイト～第  $(n 2 + h - 1)$  バイトに対応する箇所をエラー位置として指定するイレージャポイント EP 2 が生成さ

れる。例えば、図9(c)に示すように、1セクタ分のデータ中の第( $n2 + \text{ランダム訂正バースト長} - 1$ )バイト～第( $n2 + h - 1$ )バイト( $h = 28$ )をエラー位置として指定するイレージャポインタEP2が生成される。このイレージャポインタEP2は、上記書き換えられた第n2バイト～第( $n2 + h - 1$ )バイトのうち、ランダム訂正バースト長に相当する第n2バイト～第( $n2 + \text{ランダム訂正バースト長} - 2$ )バイトを除いた部分をエラー位置として指定する。プログラマブルイレージャポインタ生成器137は、イレージャポインタEP2をイレージャポインタメモリ138に格納すると、当該メモリ138の内容がR/Wチャネル12からのイレージャポインタEP1によって書き換えられるのを禁止する(ステップ707b)。この禁止状態は、イレージャ訂正機能テストの終了時に解除される。

#### 【0051】

次に、ホスト20からHDD10に対し、トラックTk上のデータセクタSkからデータを読み出すための、通常のリードコマンドが発行される。このコマンドでは、“ $3i$  (3インターリーブ) \*  $2b$  (2バースト)”によるランダム訂正と、“ $3i$  (3インターリーブ) \*  $8b$  (8バースト)”によるイレージャ訂正とが指定される。HDD10内のCPU14は、ホスト20から通常のリードコマンドを受け取ると、当該コマンドを実行する(ステップ708)。即ちCPU14は、通常のリードコマンドにより指定されるトラックTk上のデータセクタSkからのデータ読み出しを制御する。これにより、トラックTk上のデータセクタSkからデータが読み出され、当該データはヘッドIC115及びR/Wチャネル12を介してHDC13に転送される。このHDC13に転送されたデータ(リードデータ)は、ECCが付された状態で、ディスクインタフェース制御部132及びスイッチ136を介して、ECCエラー訂正回路134に入力される。ここでは、上記通常のリードコマンドにより、“ $3i * 2b$ ”によるランダム訂正と、“ $3i * 8b$ ”によるイレージャ訂正とが指定されている。ECCエラー訂正回路134内のイレージャ訂正回路134bは、ECCエラー訂正回路134に入力されたデータに付されているECCと、イレージャポインタメモリ138に格納されているイレージャポインタEP2とを用いて、当該データの



エラーをイレージャ訂正により訂正する。イレージャポインタEP2は、上記したように1セクタ分のデータ中の第( $n2 + \text{ランダム訂正バースト長} - 1$ )バイト～第( $n2 + h - 1$ )バイトをエラー位置として指定している。これにより、イレージャ訂正回路134bは、この位置のエラーをイレージャ訂正により訂正する。一方、ランダム訂正回路134aは、イレージャポインタEP2によって示されていないエラー部分、例えば上記書き換えられた第n2バイト～第( $n2 + h - 1$ )バイトのうちのランダム訂正バースト長に等しい先頭のデータ部分(即ち第n2バイト～第( $n2 + \text{ランダム訂正バースト長} - 2$ )バイト)をランダム訂正により訂正する。このように、ECCエラー訂正回路134では、ランダム訂正とイレージャ訂正とを組み合わせ、リードデータのエラーが訂正される。このエラーが訂正されたデータはリードデータバッファ135に格納される。

## 【0052】

さて、リードデータ(即ち、第n2バイト～第( $n2 + h - 1$ )バイトが意図的に書き換えられたデータ)のエラー訂正に成功してリードが正常に完了した場合(ステップ709)、CPU14は、ECCエラー訂正回路134内のランダム訂正回路134aのランダム訂正機能だけでなく、ECCエラー訂正回路134内のイレージャ訂正回路134bのイレージャ訂正機能も正常であると判定する。この場合、CPU14は、HDD10がランダム訂正機能及びイレージャ訂正機能の両機能のテストに合格したことを示すメッセージをホスト20に通知する(ステップ710)。これに対し、リードデータのエラー訂正に失敗した場合、つまりデータ読み出しに失敗した場合(ステップ709)、CPU14は、上述のデータ読み出しの再実行(即ちリードリトライ)を制御する(ステップ711)。このリトライ(ステップ711)は、データ読み出しに成功するまで(ステップ709)、所定のリトライ回数(例えば10回)を超えない範囲で繰り返される(ステップ712)。

## 【0053】

もし、所定の回数のリトライを実行しても、データ読み出しに成功しなかった場合(ステップ712)、CPU14は、ECCエラー訂正回路134のイレージャ訂正機能が正常に働いていないと判断する。この場合、CPU14は、イレ

ー ज्या訂正エラーを示すエラーメッセージをホスト 2 0 に通知する（ステップ 7 1 3）。

#### 【 0 0 5 4 】

上記実施形態においては、本発明を磁気ディスク装置（HDD）に適用した場合について説明した。しかし本発明は、光ディスク装置、光磁気ディスク装置、磁気テープ装置など、記録媒体を対象とするデータの記録再生が可能な記録再生装置全般に適用することができる。

#### 【 0 0 5 5 】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。更に、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

#### 【 0 0 5 6 】

##### 【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、イレージャ訂正に必要な、エラー位置を示すポインタ情報を、記録媒体から読み出されるデータに依存せずに任意に設定できるため、イレージャ訂正機能を容易に検証できる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図。

【図 2】 図 1 中の R/W チャンネル 1 2 の構成を示すブロック図。

【図 3】 図 1 中の HDC 1 3 の構成を示すブロック図。

【図 4】 イレージャ訂正の効果の具体例を説明するための図。

【図 5】 エラー訂正機能の検証に用いるデータセクタを選択する処理を説明するためのフローチャート。

【図 6】 ランダム訂正機能テストを説明するためのフローチャート。

【図 7】 イレージャ訂正機能テストを説明するためのフローチャートの一部を示す図。

【図 8】 イレージャ訂正機能テストを説明するためのフローチャートの残りを示す図。

【図 9】 ランダム訂正機能テスト用のデータを生成するために書き換えられる箇所、イレージャ訂正機能テスト用のデータを生成するために書き換えられる箇所、及びイレージャ訂正機能テストのために生成されるイレージャポインタ E P 2 の示すエラー位置を説明するための図。

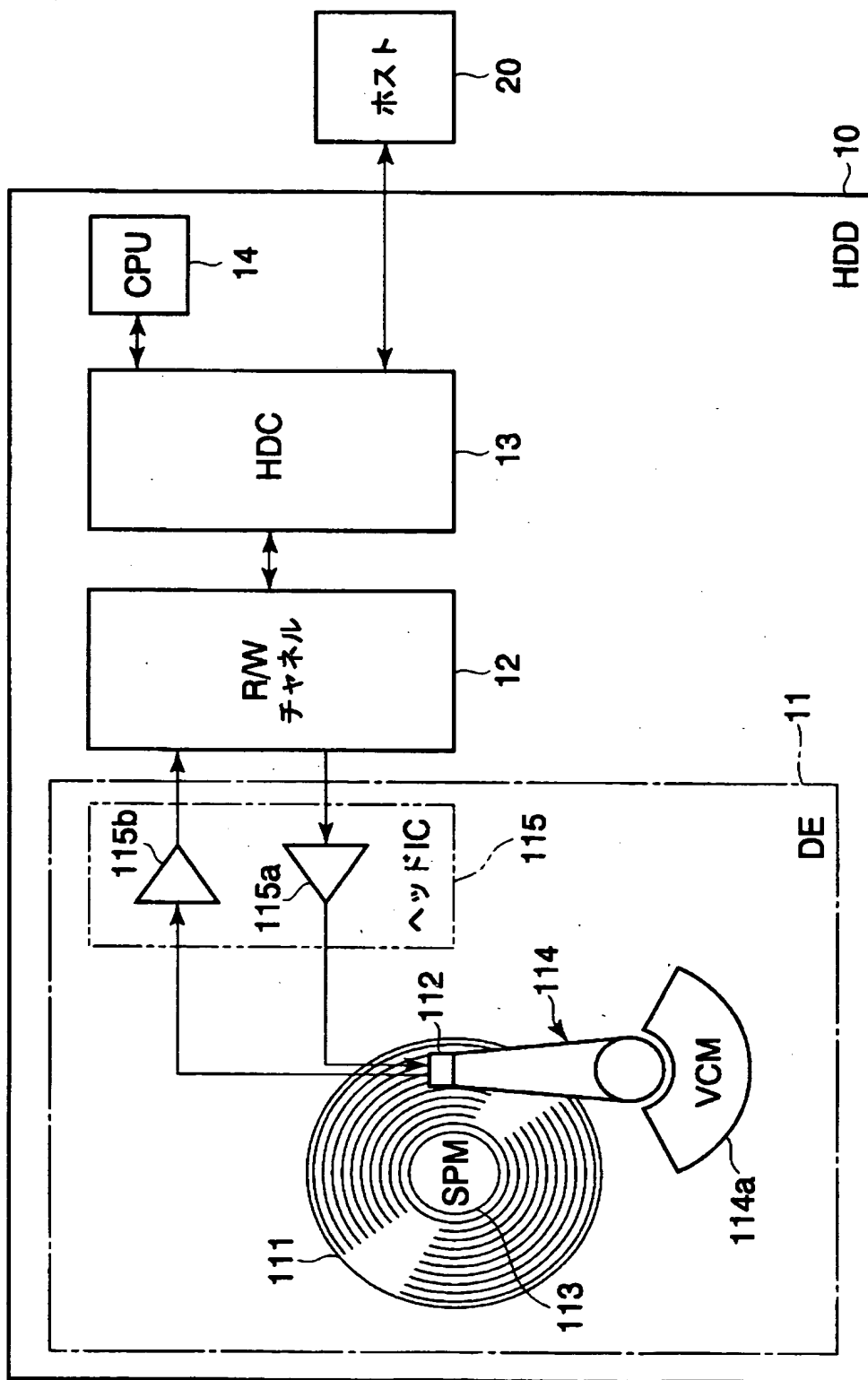
【符号の説明】

1 0 … HDD（磁気ディスク装置、記録再生装置）、1 2 … R/Wチャネル、1 2 A … エラー位置検出器、1 2 B … イレージャポインタ生成器、1 3 … HDC（ディスクコントローラ、記録再生制御装置）、1 4 … CPU、2 0 … ホスト、1 1 1 … ディスク（記録媒体）、1 3 1 … ホストインタフェース制御部、1 3 2 … ディスクインタフェース制御部、1 3 4 … ECCエラー訂正回路、1 3 4 a … ランダム訂正回路、1 3 4 b … イレージャ訂正回路、1 3 5 … リードデータバッファ、1 3 6, 1 3 B … スイッチ、1 3 7 … プログラマブルイレージャポインタ生成器、1 3 8 … イレージャポインタメモリ、1 3 9 … ライトデータバッファ、1 3 A … ECC生成器（誤り訂正符号生成器）。

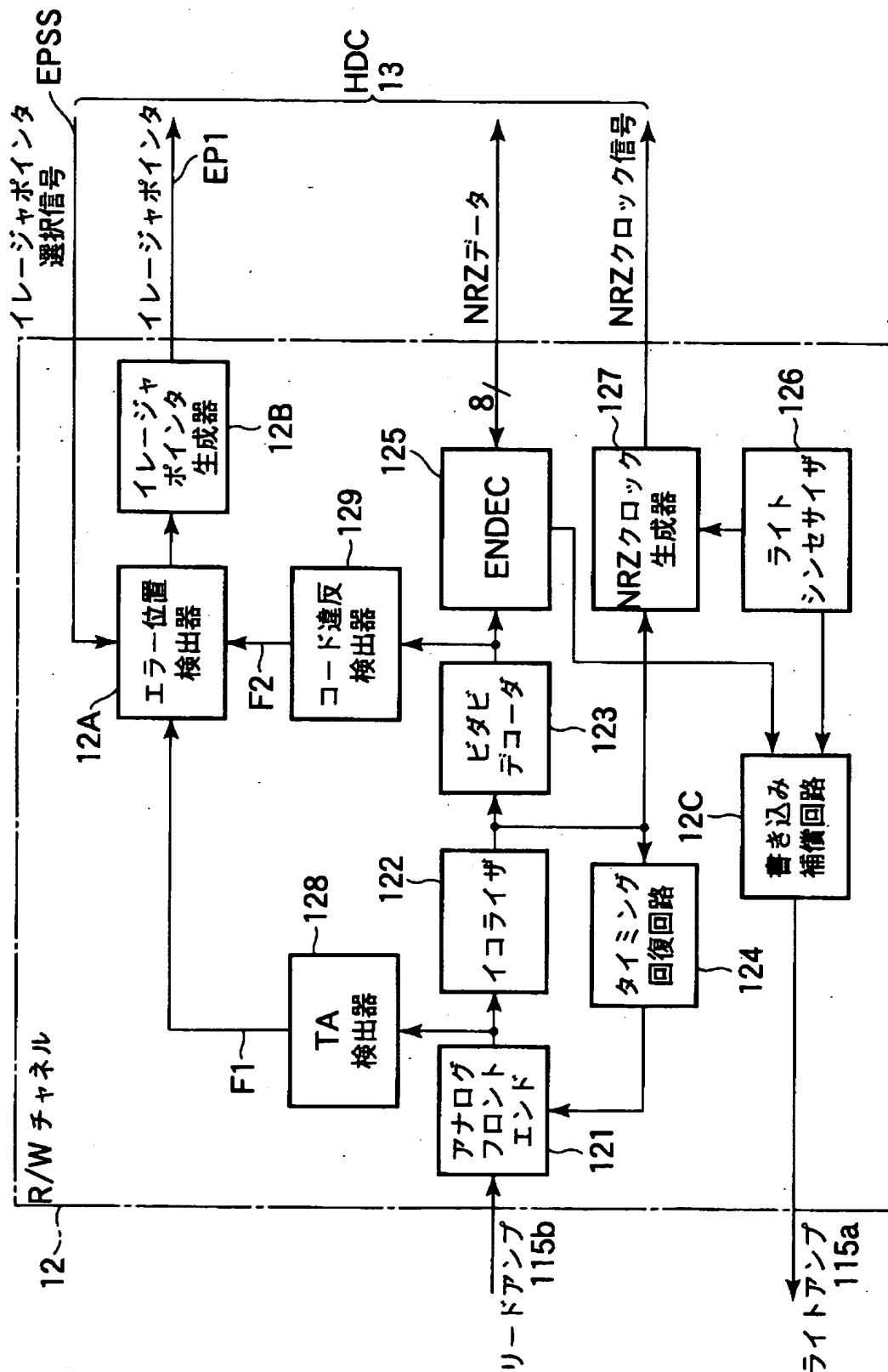
【書類名】

図面

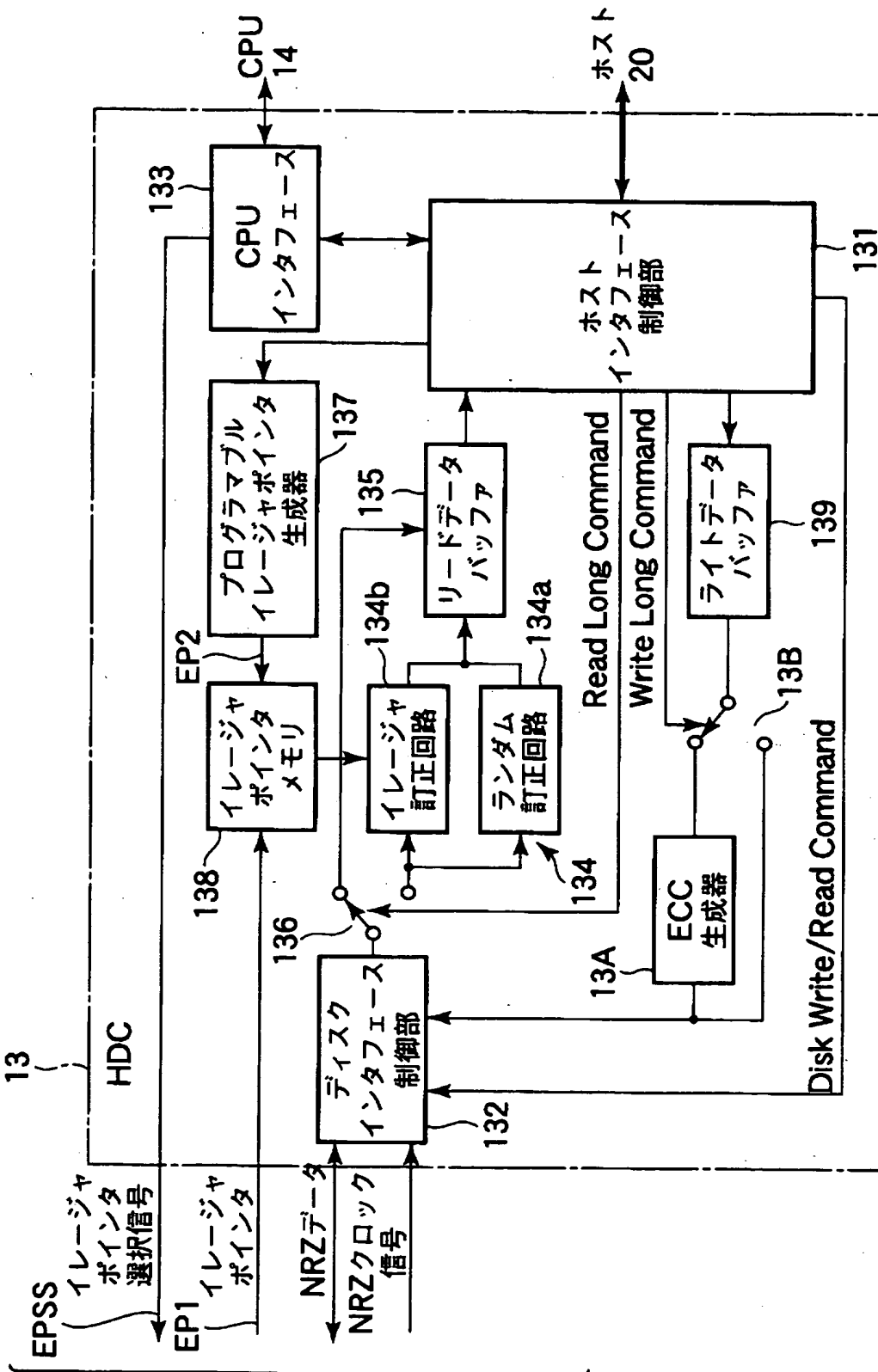
【図 1】



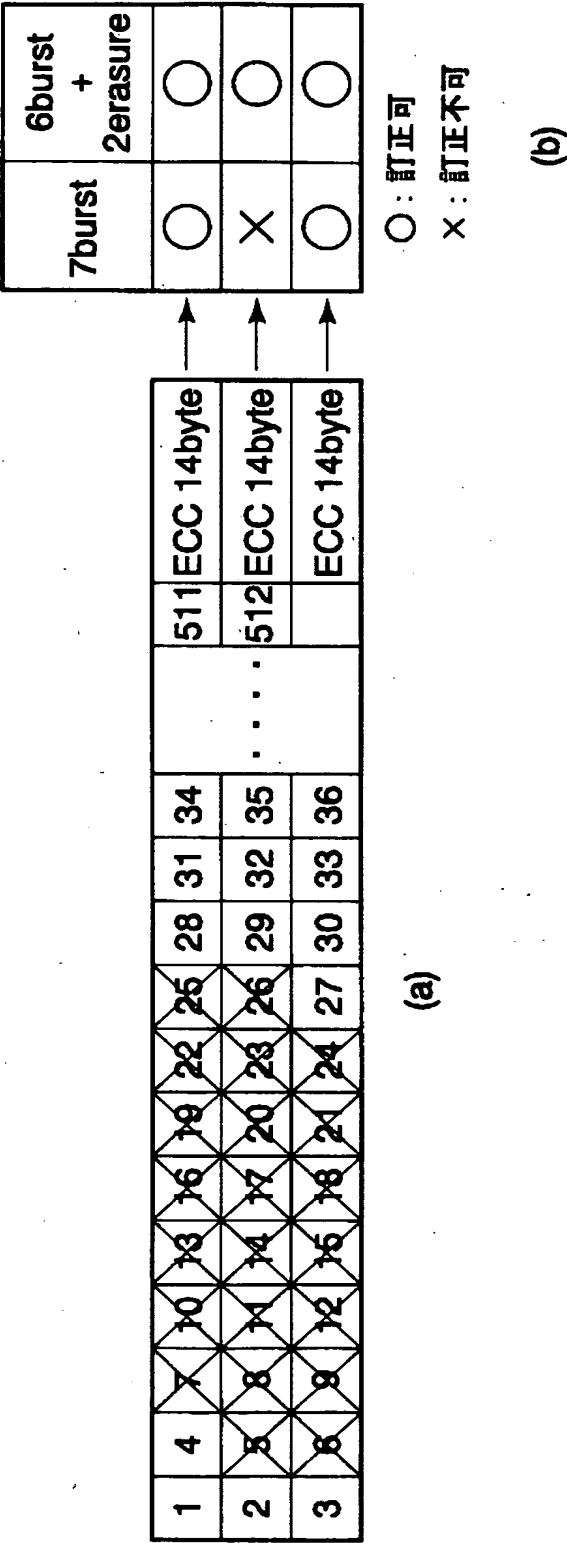
【図 2】



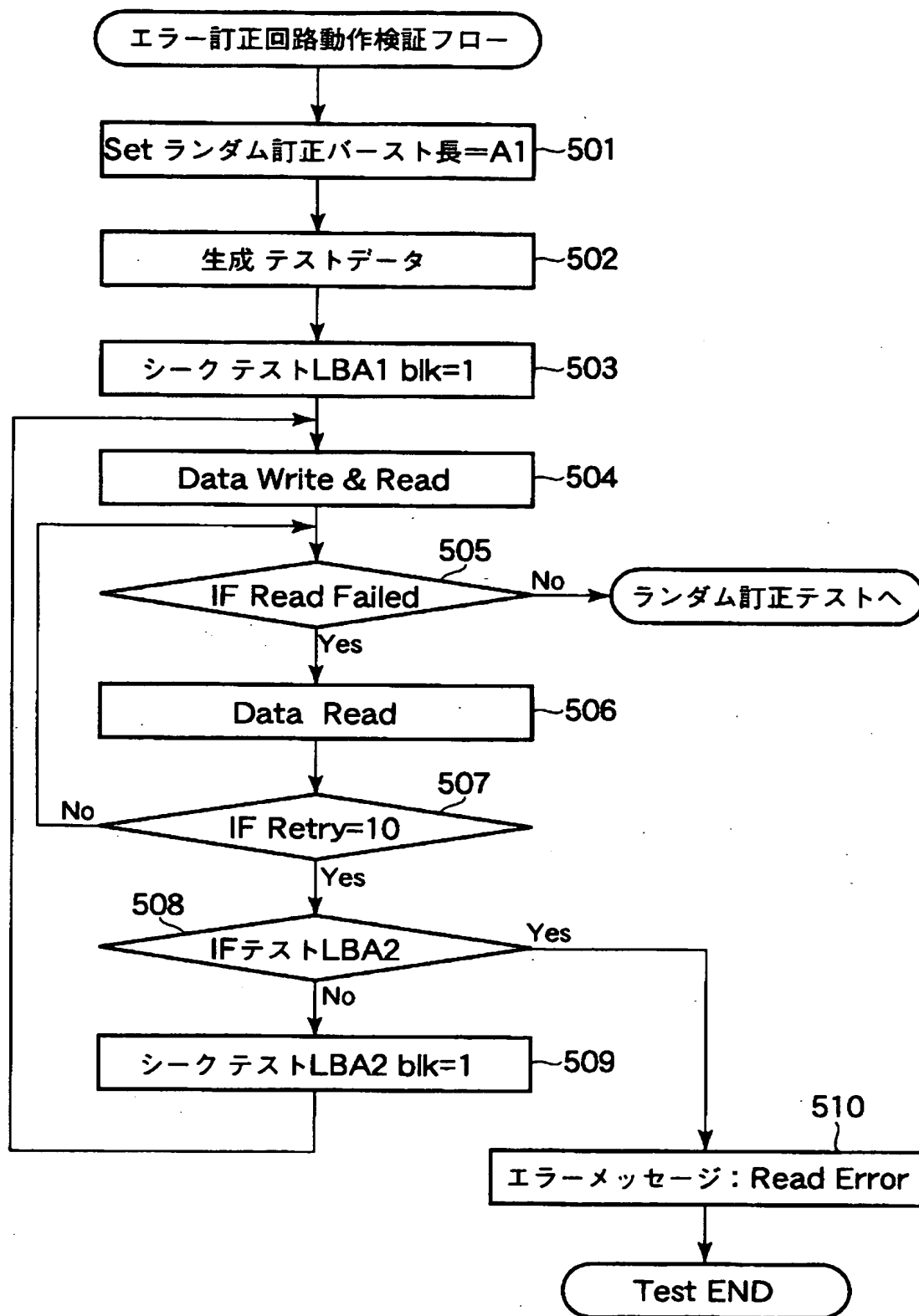
【図 3】



【図 4】

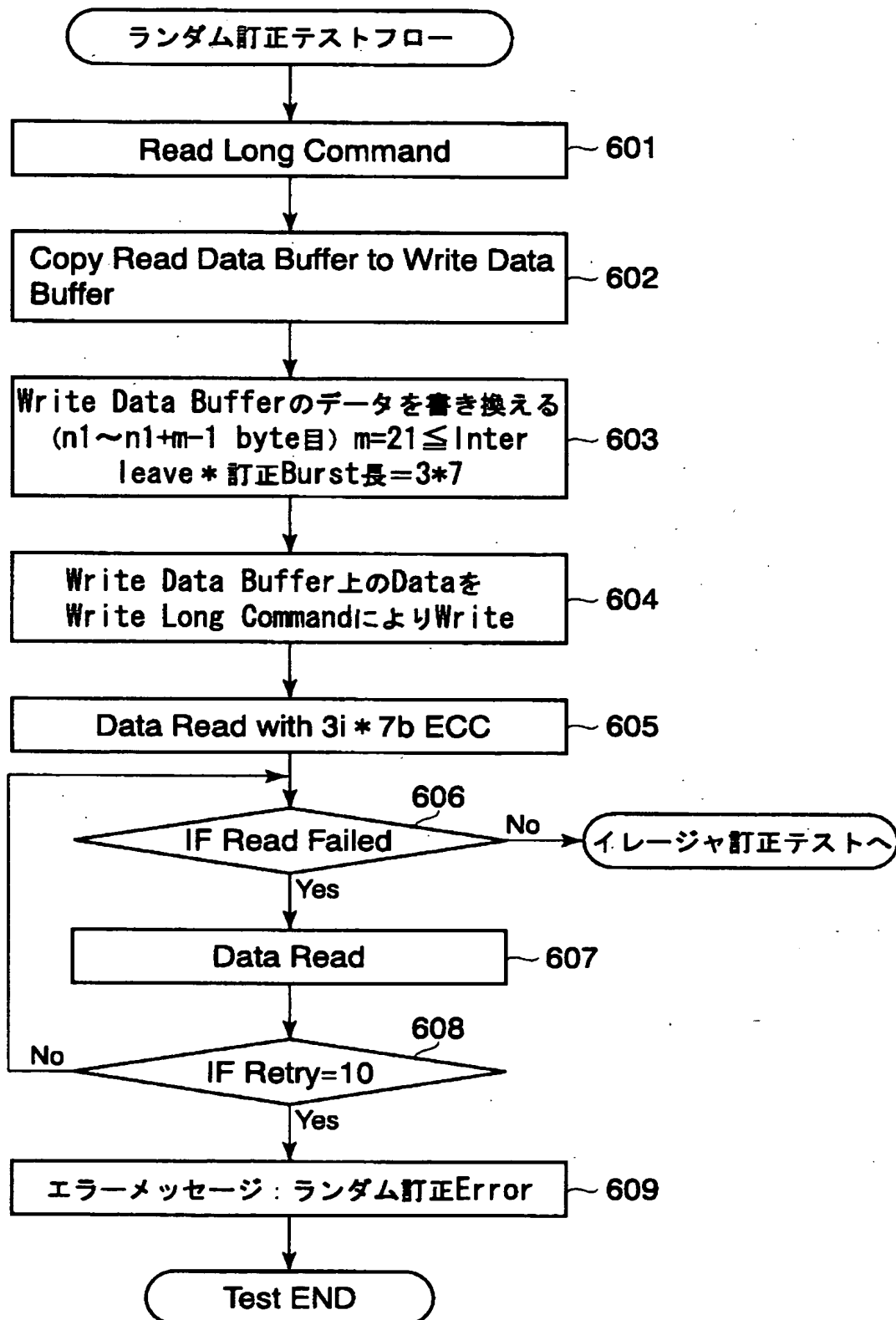


【図 5】

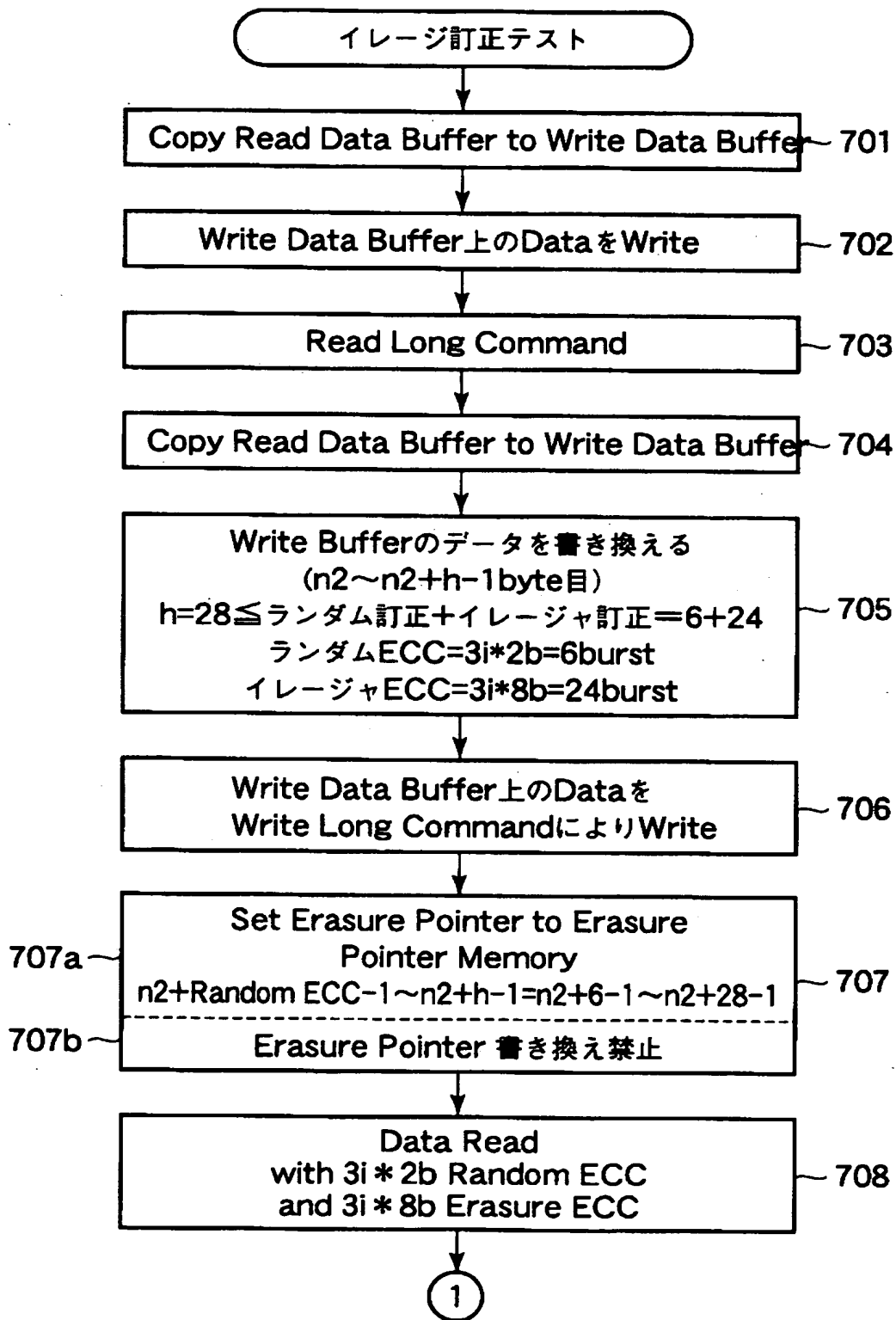




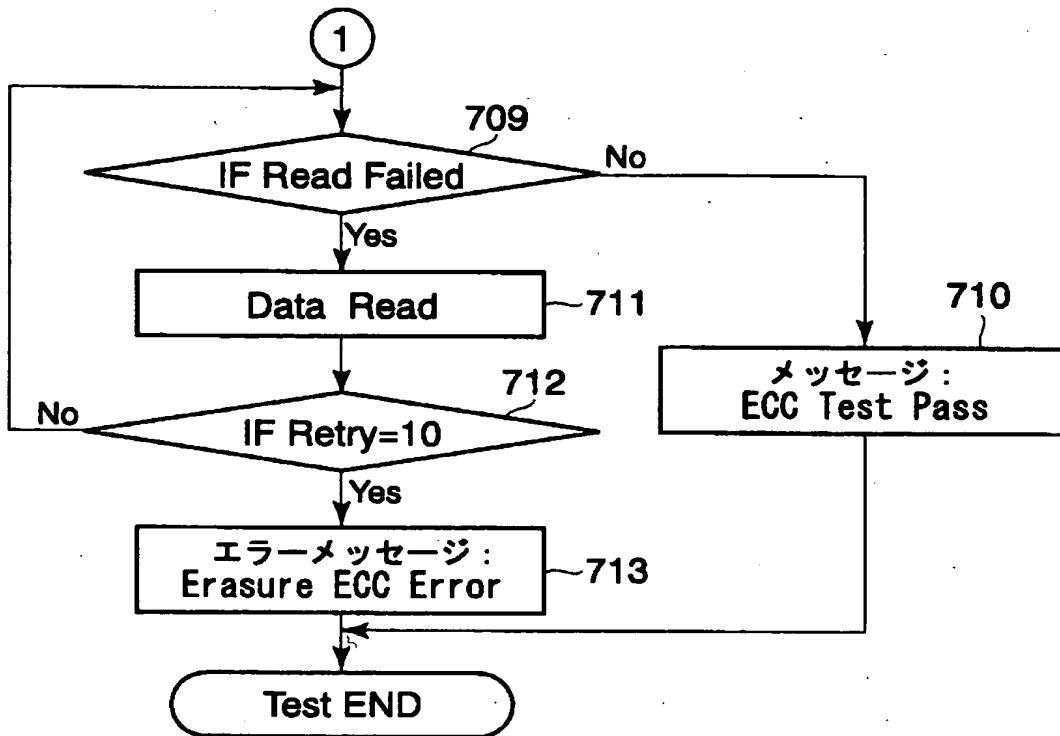
【図 6】



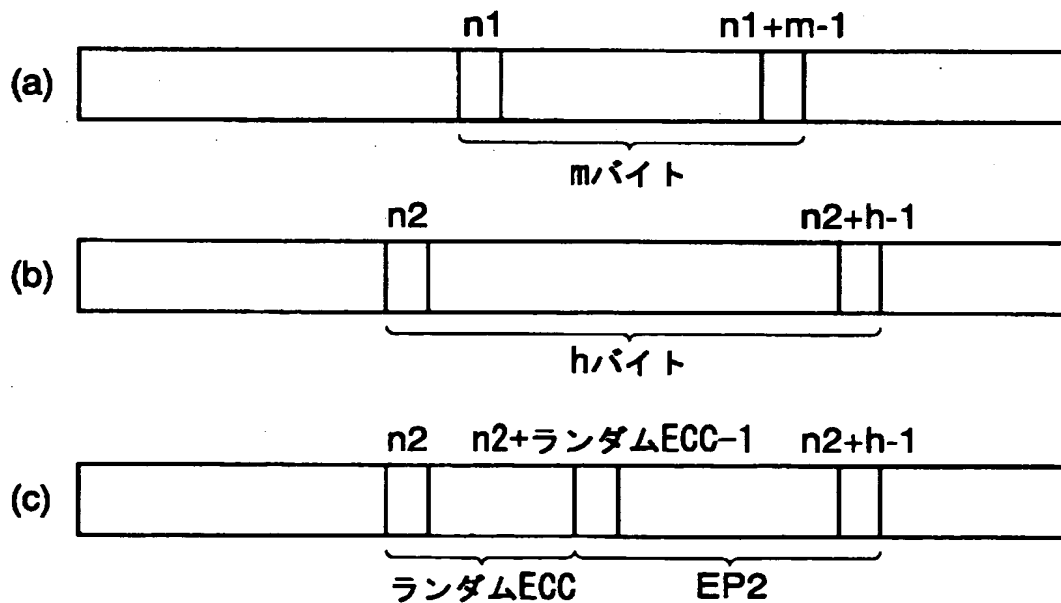
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】 イレージャ訂正に必要な、エラー位置を示すポインタ情報が、記録媒体から読み出されるデータに依存せずに任意に設定できるようにする。

【解決手段】 スイッチ 1 3 B は、ホストからのライトロングコマンドの実行時、当該コマンドで指定されるデータが E C C 生成器 1 3 A をバイパスするように切り替えられる。プログラマブルイレージャポインタ生成器 1 3 7 は、ホストからのイレージャポインタ設定コマンドに応じ、当該設定コマンドで指定される位置を誤り位置として示し、且つ上記ライトロングコマンドの実行によりディスクに書き込まれたデータを読み出す際に使用されるイレージャポインタ E P 2 を、イレージャポインタメモリ 1 3 8 に設定する。

【選択図】              図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝